

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-199692

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

H02K 37/06
H02K 5/16
H02K 5/173
H02P 8/38

(21)Application number : 2000-398523

(71)Applicant : MINEBEA CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.2000

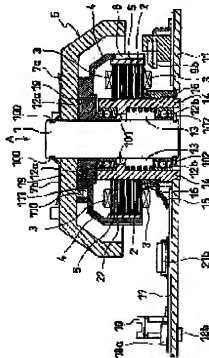
(72)Inventor : AKIWA NAOTAKA

(54) STEPPING MOTOR, STEPPING MOTOR DEVICE AND ITS DRIVE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stepping motor structure, a stepping motor device and its drive method.

SOLUTION: A permanent magnet 5 having a rotary polygon mirror 6 on a rotary shaft 1 and a plurality of poles whose magnetization state is in the form of a substantially sine wave in the inside is adhered to a rotor yoke 4 providing a notch part 8 on a part thereof and rotatably provided. A stator magnetic pole 2 performing a stator winding 3 in the inside of the permanent magnet 5 is fitted to a bearing holder 14 having a circular arc-like deformation prevention groove preventing caulking, when the polar number of the stator magnetic poles is made F, the polar number M of the permanent magnet 5 satisfies $M=4F/3$, the permanent magnet 5 is cylindrical, and intervals with the surface of the stator magnetic pole teeth have uniform size air gaps over one circumference. A leakage magnetic flux detector is provided on the face opposite to the notch part 8, and the stop of a rotor is detected.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-199692

(P2002-199692A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テコート [®] (参考)
H 0 2 K 37/06	5 0 1	H 0 2 K 37/06	5 0 1 5 H 5 8 0
	5/16	5/16	Z 5 H 6 0 5
	5/173	5/173	A
H 0 2 P 8/38		H 0 2 P 8/00	R

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-398523 (P2000-398523)

(22) 出願日 平成12年12月27日 (2000.12.27)

(71) 出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73

(72) 発明者 秋和 直孝

長野県北佐久郡御代田町御代田4106番地73

ミネベア株式会社軽井沢製作所内

(74) 代理人 100063618

弁理士 菊 経夫 (外3名)

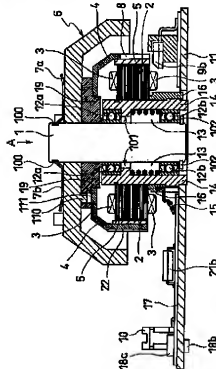
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステッピングモータ及び、ステッピングモータ装置とその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 ステッピングモータ構造及び、ステッピングモータ装置とその駆動方式を提供する。

【解決手段】 回転軸 1 には回転多面鏡 6 と、その内側にはその着磁状態が略正弦波状である複数極を有する永久磁石 5 が、その一部に切り欠き部 8 を設けたロータヨーク 4 に接着されて回転可能に設けられている。永久磁石 5 の内側には固定子巻線 3 を施した固定子磁極 2 が、かめによる変形を防止する円弧状の変形防止溝を有するベアリングホルダ 14 にはめ込まれていて、固定子磁極 2 の極数を F とした時に、永久磁石 5 の極数 M は、 $M = 4 F / 3$ を満足し、前記永久磁石 5 は、円筒状な形状であって、固定子磁極歯の表面との間隔が一週に亘って均一な寸法のエアギャップを有している。切り欠き部 8 に対抗する面には、漏洩磁束検出器が設けられていて、回転子の停止を検知するようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状な形状であって、前記固定子の固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であることを特徴とするステッピングモータ。

【請求項 2】前記ステッピングモータにおいて、回転子は、固定子の外側に固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、と共に、筐体の所定箇所に回転軸を固定する円筒状のベアリングホルダーを介して対向して設けられた 1 対の軸受によって回転自在に設けられた回転軸に固定され、前記回転軸を固定する円筒状のベアリングホルダーは、前記ステッピングモータを取り付けるベースにかしめて立設して設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のステッピングモータ。

【請求項 3】前記ステッピングモータにおいて、ベアリングホルダーは、かみによる変形を防止する円弧状の変形防止溝を具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステッピングモータ。

【請求項 4】前記ステッピングモータにおいて、ベアリングホルダーの円弧状の変形防止溝は、前記ステッピングモータを取り付けるベースと接する側の端の円周に沿って設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載のステッピングモータ。

【請求項 5】前記ステッピングモータにおいて、前記永久磁石型回転子は、回転軸に固定して設けられたロータリーヨークに固定子磁極と対向して設けられ、前記ロータリーヨークは回転子の磁気を漏洩させるための切り欠き部を設け、前記切り欠き部に対向する位置に、回転子から漏洩する漏洩磁束を検出する、漏洩磁束検出器を設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載のステッピングモータ。

【請求項 6】前記ステッピングモータは、回転軸に固定して設けられたロータリーヨークに固定子磁極と対向して円筒状に設けられた円筒状の永久磁石の円筒端面に磁極変化を検出する漏洩磁束検出器を設けたことを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載のステッピングモータ。

【請求項 7】前記ステッピングモータは、ステッピングモータを取り付けるベースに立設して設けられた円筒状のベアリングホルダーを介して回転可能に設けられた回転軸に固定され、該回転軸と共に回転自在に回転する回

転多面鏡を、前記ステッピングモータの永久磁石型回転子の磁極と前記回転多面鏡の各鏡面とを対応させて前記ロータリーヨークの外周に設けたことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れかに記載のステッピングモータ。

【請求項 8】回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁極とを有する固定子と、前記回転軸に固定され、永久磁石型回転子の磁極と各鏡面とを対応させて配置した回転軸と共に回転自在に回転する回転多面鏡を前記ロータリーヨークの外周に設け、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状な形状であって、前記固定子の固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの前記永久磁石型回転子の円筒の端面に設けられた磁極変化を検出する漏洩磁束検出器と、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による 3 個の励磁用給電端子に三相 1-2 励磁方式の駆動信号を印加してステッピングモータの回転制御を行う駆動手段と、前記漏洩磁束検出器からの信号によって前記回転多面鏡の位置を検出する手段とを具備することを特徴とするステッピングモータ装置。

【請求項 9】回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状な形状であって、前記固定子の固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による 3 個の励磁用給電端子に三相 1-2 励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータリーヨークに設けられた切り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によってステッピングモータの回転制御を行う駆動手段と、前記回転制御の処理を所定回数繰り返す、正常な回転に達しない場合に警報を報知する手段とを具備することを特徴とするステッピングモータ装置。

【請求項 10】回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁

極とを有する固定子を用意し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M=4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状の形状であって、前記固定子の固定子磁極表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータヨークに設けられた切り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によって、ステッピングモータの回転制御を行う駆動手段とを具備し、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加して前記ステッピングモータを駆動し、前記漏洩磁束検出器からの信号を検知すると共に、該漏洩磁束検出器9の信号変化速度と前記ステッピングモータの駆動信号とを比較し、該比較結果に一定値以上の差がある場合には前記駆動信号の供給を停止し、所定時間後に再度前記駆動信号を供給し、前記駆動信号の停止、供給の処理を所定回数繰り返す、正常な回転に達しない場合に警報を報知することを特徴とするステッピングモータの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、先行する自動車の車間距離、方向、相対速度を計測するための回転多面鏡を回転させるステッピングモータ構造及び、ステッピングモータモータ装置とその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、プリンター、高速ファックス、PAC用複写機等事務用機械の回転部の駆動には、回転子に永久磁石を使用したステッピングモータが高い効率性から使用されている例が多い。また、近來、自動車を知能化することにより交通事故を未然に防止する、予防安全技術への関心が高まっている。係る、予防安全技術の実現に当たり、その一つとして、走行環境認識があり、レーザレーダと画像認識技術を用いた自動車の車間距離制御技術がある。この技術における装置には、前記ステッピングモータと回転多面鏡とを用いたレーザスキャナが必要である。

【0003】前記ステッピングモータは、中程度の精度を必要とする用途には2相ステッピングモータを中心に、高精度の用途や低振動、低騒音が要求される用途にはコストパフォーマンスに優れた3相ステッピングモータが使用される。回転ムラが少なく、位置決め精度が必要なレーザプリンタやファクシミリ等の事務用機械の

ステッピングモータとしては、円筒状に多数の磁石を形成させた円筒状永久磁石型回転子が、多数の極歯を形成した2枚の磁性体板の間に永久磁石を挟持したハイブリッド型回転子と、この回転子表面に対向させた極歯を形成した固定子を備えた3相機が、高分解能で高トルクが得られるために多く採用されている。

【0004】前記永久磁石型回転子構造のステッピングモータは、外部より入力される駆動パルスにより1ステップ角ずつ精度よくステップ駆動され、モータの出力軸はあたかも均速駆動される如く回転していた。又、回転子に使用される永久磁石は、駆動トルクを高めるため、希土類磁石が使われる傾向が強くなってきた。係る永久磁石は、円周方向に短冊状に交互に異極着磁され、マグネット表面磁束密度はマグネットの円周方向に沿って計測すると、略台形状の分布を示す様になった。更に固定子ヨークの磁極歯は、高トルクを得るために表面形状が台形、又は三角形の形状が採用される例が多い。

【0005】円筒状永久磁石型回転子又はハイブリッド型回転子と、極歯を形成した固定子を備えた3相機は、前述したように高分解能で高トルクが得られる。しかし着磁された永久磁石の表面磁束密度の分布が円周方向に沿って略台形状をしているため、出力トルクを増加させようとする、ステップ状の駆動は得易くなる反面、ロータを駆動又は停止しようとする際の振動が大きくなるとともに、なめらかに駆動することが難しくなるという欠点を生ずる様になった。即ち、励磁電流と界磁磁束密度の積で生じるトルクに含まれる振動トルク成分によって騒音や振動が発生する上で、回転子の永久磁石と固定子との間のエアギャップに生じる界磁磁束密度に多くの高調波が含まれる前記の構造は、騒音や振動が大きくなる。

【0006】係る問題点を解決し回転子の回転を滑らかにして、モータを起動又は停止しようとする際の回転子タのダンピングを低減する永久磁石型ステッピングモータとしては、特願平05-221388号公報、及び特願平09-325197号公報に開示されるものがある。

【0007】特願平05-221388号公報のものは、回転子の永久磁石をスキュー着磁し、着磁した永久磁石の表面の磁束分布を円周方向に沿って略正弦波状とすると共に、固定子ヨークの磁極歯の形状を矩形とした。

【0008】又、特願平09-325197号公報のものは、固定子極数 Q と回転子の S 極及び N 極の対数 N との関係は $Q=6k$ であって、 $N=yk$ ($6n \pm 1$) で形成される様に定めて、固定子極歯を2相-3相の励磁モードで励磁するようにした。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記の各公報によるステッピングモータでは、以下のような問題があった。即

ち、特願平 05-221388 号公報のものにおいては、回転子の着磁状態を略正弦波形状にして振動、雑音を低減するようになっているが、永久磁石の外径形状が、各磁極毎に僅かな凸凹の連続した断面形状から成っており、更にスキュー着磁を施してあるために製造が難しい。また、回転子と固定子との極数については適切な極数の磁極（N 極・S 極）がスキュー着磁されていると明示されているのみで、その数については触れられていない。

【0010】特願平 05-221388 号公報のものにおいては、固定子極数と回転子の対数との関係を定めて、固定子磁極を 2 相・3 相の励磁モードで励磁するようにしてあるが、回転子の着磁状態には触れられていない。

【0011】前記の各公報によるステッピングモータでは更に、回転軸の急峻な負荷変動が生じ、脱調により回転が停止した場合にはそのまま停止状態を維持する。このために、固定子巻線には逆起電力が発生せずに巻線の抵抗値が小さい場合には過大な電流が流入する。過大な電流の流入によって、巻線が加熱し、巻線を固定している接着剤などの温度が上昇して絶縁不良を生ずるなど、不具合を生ずる場合がある。

【0012】本発明に係る問題を解決して振動の少ないステッピングモータと、回転軸の急峻な負荷変動が生じ、脱調により回転が停止した場合にも再起動によりステッピングモータの損傷を防止するステッピングモータ装置とその駆動方法を提供することを目的となされたものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために請求項 1 記載のステッピングモータは、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であることを特徴とする。

【0014】請求項 2 記載のステッピングモータにおいて、回転子は、固定子の外側に固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置されると共に、筐体の所定箇所に回転軸を固定する円筒状のベアリングホルダーを介して対向して設けられた 1 対の軸受によって回転自在に設けられた回転軸に固定され、前記回転軸を固定する円筒状のベアリング

ホルダーは、前記ステッピングモータを取り付けるベースにかしめて立設して設けられていることを特徴とする。

【0015】請求項 3 記載のステッピングモータにおいて、ベアリングホルダーは、かしめによる変形を防止する円筒状の変形防止溝を具備することを特徴とする。

【0016】請求項 4 記載のステッピングモータにおいて、ベアリングホルダーの円筒状の変形防止溝は、前記ステッピングモータを取り付けるベースと接する側の端の円周に沿って設けられていることを特徴とする。

【0017】請求項 5 記載のステッピングモータにおいて、永久磁石回転子は、回転軸に固定して設けられたロータリーヨークに固定子磁極と対向して設けられ、前記ロータリーヨークには回転子の磁気を漏洩させるための切り欠き部を設け、前記切り欠き部に対向する位置に、回転子から漏洩する漏洩磁束を検出する、漏洩磁束検出器を設けたことを特徴とする。

【0018】請求項 6 記載のステッピングモータは、回転軸に固定して設けられたロータリーヨークに固定子磁極と対向して円筒状に設けられた円筒状の永久磁石の円筒端面に磁極変化を検出する漏洩磁束検出器を設けたことを特徴とする。

【0019】請求項 7 記載のステッピングモータは、ステッピングモータを取り付けるベースに立設して設けられた円筒状のベアリングホルダーを介して回転可能に設けられた回転軸に固定され、該回転軸と共に回転自在に回転する回転多面鏡を、前記ステッピングモータの永久磁石回転子の磁極と前記回転多面鏡の各鏡面とを対応させて前記ロータリーヨークの外周に設けたことを特徴とする。

【0020】請求項 8 記載のステッピングモータ装置は、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極歯を有する固定子磁極とを有する固定子と、前記回転軸に固定され、永久磁石回転子の磁極と各鏡面とを対応させて配置した回転軸と共に回転自在に回転する回転多面鏡を前記ロータリーヨークの外周に設け、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極歯表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの前記永久磁石型回転子の円筒の端面に設けられた磁極変化を検出する漏洩磁束検出器と、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による 3 個の励磁用給電端子に三相 1-2 励磁方式の駆動信号を印加してス

ステップモータの回転制御を行う駆動手段と、前記漏洩磁束検出器からの信号によって前記回転多面鏡の位置を検出する手段とを具備することを特徴とする。

【0021】請求項9記載のステップモータ装置は、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M=4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状の形状であって、前記固定子の固定子磁極面表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステップモータと、前記ステップモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータヨークに設けられた切り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によってステップモータの回転制御を行う駆動手段と、前記回転制御の処理を所定回数繰り返す、正常な回転に達しない場合に警報を通知する手段とを具備することを特徴とする。

【0022】請求項10記載のステップモータの駆動方法は、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数を F とした時に、永久磁石型回転子の極数 M は、 $M=4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可能に配置される円筒状の形状であって、前記固定子の固定子磁極面表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステップモータと、前記ステップモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータヨークに設けられた切り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によって、ステップモータの回転制御を行う駆動手段とを具備し、前記ステップモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加して前記ステップモータを駆動し、前記漏洩磁束検出器からの信号を検知すると共に、該漏洩磁束検出器9の信号変化速度と前記ステップモータの駆動信号値とを比較し、該比較結果に一定値以上の差がある場合には前記駆動信号の供給を停止し、所定時間後に再度

前記駆動信号を供給し、前記駆動信号の停止、供給の処理を所定回数繰り返す、正常な回転に達しない場合に警報を通知することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】図1は、本発明におけるステップモータの実施例の側断面図である。円柱状の回転軸1は、ベアリング12a、12bを介して円筒状のベアリングホルダ14に回転可能に設けられている。前記ベアリングホルダ14は、後述する方法でプレート11に立設されていて、ベアリングホルダ14の外周にはスベーサ16が設けられている。ベアリングホルダ14の内側には、突起部101が設けられ、上部のベアリング12aが落下しないようになっており、また、前記突起部101と下部のベアリング12bとの間にはスプリング13が圧縮して挿入されている。回転軸1の下部にはベアリング12bが落下しないようにリング102が設けられていて、前記スプリング13が前記突起部101との間に圧縮挿入されたことにより生ずる反発力によってベアリング12bを下方に抑え、回転軸1が上下しないようになっている。

【0024】前記スベーサ16には、後述する構造の、例えば積層セラミックなどからなる固定子磁極2がベアリングホルダ14にはめ込まれていて、前記スベーサ16により下方に落ちないように支えられている。前記固定子磁極2には後述する固定子巻線3が施されている。該固定子巻線3は、ピン15に接続されていて、プリント基板17上に設けたドライバ回路及び駆動回路（図示していない）を介してコネクタ10によって外部に引き出され、図示していない制御用のマイクロコンピュータ（MPU）に接続される。前記ピン15は、後述するよう13本の固定子巻線3と、固定子巻線3の中心点との合計4本を接続する。

【0025】前記固定子磁極2に対向して前記回転軸1に固定されて設けられたステンレスなどの非磁性体からなるブッシュ19に嵌合された磁性体からなるロータヨーク4が回転可能に設けられている。該ロータヨーク4が固定子磁極2に面する側には、例えば希土類磁石などからなる永久磁石5が、固定子磁極2とロータヨーク4との間に一周に亘って設けられ、固定子磁極2に設けられている図示していない固定子磁極面との間は均一な寸法のエアギャップが設けられている。ロータヨーク4と永久磁石5とは接着剤などで固定されている。

【0026】固定子磁極の磁極面は、円の円周上に沿って図5において詳述するような構造で設けられているので、該固定子磁極面との間が均一な寸法のエアギャップを有して設けられている永久磁石5の周囲形状も円となる。従って、永久磁石5は、内側に固定子を有する円筒型の形状となる。なお、前記回転子と、固定子との位置関係は逆であっても良い。即ち、回転子となる永久磁石5が内側、固定子となる固定子磁極がその外側となる構

造であっても良い。

【0027】前記永久磁石5は、円筒状の磁性体に円周方向に交互に異なる極性で着磁を施し、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状になっている。係る着磁は、前記円筒状の磁性体内部に、円筒状の磁性体内部に沿うように設けられた、円弧状の、所定極数の着磁極に巻線が施された電磁石を挿入し、直流電流を流して着磁する。

【0028】前記ブッシュ19の上部には、回転多面鏡6が設けられていて、該回転多面鏡6は、回転多面鏡6の上部に設けられた6個の金具7a、7b（他は図示せず）を回転軸1に設けられたリング100にはめ込むことにより固定されている。係る回転多面鏡6は、ブッシュ19との位置あわせの突起部110に設けられていて、ブッシュ19に設けられた孔111に嵌合することにより、回転多面鏡6とロータヨーク4との位置決めを行う。

【0029】位置決め溝22は、永久磁石5に設けた図示していない位置決め溝と位置合わせをして、永久磁石5とロータヨーク4との位置決めを行うことにより、回転多面鏡6とロータヨーク4と永久磁石5との位置決めが行われる。

【0030】永久磁石5から漏洩する磁束を検出するホール素子からなる漏洩磁束検出器9bが、永久磁石5の回転する下部に設けられていて、永久磁石5の回転に応じて変化する磁極の強さを検出する。前記したように回転多面鏡6と永久磁石5とは位置が決められているので、係る漏洩磁束検出器9bの出力を検知することによって、回転多面鏡6の位置を知ることができる。

【0031】プリント基板17は、ボルト18a、ナット18bによってプレート11に固定されている。

【0032】図2は、本発明のステッピングモータにおける図1の実施例における、上部から見たときの図であって、図2(a)は上面図、図2(b)は、図2(a)のB部の拡大図である。図2(a)において、回転多面鏡6は、6面の鏡を有しているが、これ以外の面数であっても良い。係る回転多面鏡6は、図1で述べた回転多面鏡6の上部に設けられた6個の金具7a、7b（他は図示せず）等を回転軸1に設けられたリング100と、回転多面鏡6上部に設けられた6個の切り欠き部（図示せず）に各々はめ込むことにより固定されている。

【0033】プリント基板17にはドライバ回路21bが設けられていて、図示していないプリント配線により前記固定子巻線3に後述する方法で接続されている。また、前記ドライバ回路21bは、図示していないプリント配線により駆動回路21aに接続されていて、駆動回路21aは図示していないプリント配線によりコネクタ10に接続されている。

【0034】固定子巻線3を接続するピン15は、15a、15b、15c、15dからなり、後述する固定子

巻線端子U、V、W、及び固定子巻線の中性点Nに各々接続されている。係る各ピン15は、プリント基板17に設けた図示していないプリント配線により前記ドライバ回路21bに接続されている。なお、振動などにより固定子巻線の中性点Nの接続部分が揺れ動き、断線、短絡などの事故を発生しないように、ピン15dには、固定子巻線の中性点Nが接続されていて、係るピンは前記ドライバ回路21bには接続されていない。

【0035】前記永久磁石5に対向する位置には、漏洩磁束検出器9aが後述するように設けられている。

【0036】図2(b)において、位置決め溝22は、永久磁石5に設けた位置決め溝23と位置合わせをして、永久磁石5とロータヨーク4との位置決めを行うことにより、回転多面鏡6とロータヨーク4と永久磁石5との位置決めが行われる。

【0037】図3は、本発明におけるステッピングモータのロータヨーク4を説明する図で、図3

(a)はPR方向の断面図、図3(b)は上面図、図3(c)はQK方向から見た切り欠き部8のある面から見た図である。ロータヨーク4の内側には永久磁石5が接着されており、前記ロータヨーク4の一部には、永久磁石5の磁束が容易なように、永久磁石5の回転方向に対する一極分の長さを超えない例えば70%程度の長さの切り欠き部8が設けられている。該切り欠き部8は、一個でも複数個でも良く、また、前記漏洩磁束検出器9aの数も一個でなく複数個でも良い。

【0038】切り欠き部8は、所定の磁極の最大磁束密度となる個所に合わせて設けてある。係る位置決めは以下のようにして行う。即ち、前記位置決め溝22と、永久磁石5に設けた位置決め溝23とを一致させると、永久磁石5の所定の極における前記最大磁束密度となる個所と一致するように、前記位置決め溝22と位置決め溝23と切り欠き部8との関係を定めてある。

【0039】前記切り欠き部8に対向する位置には図2に示した漏洩磁束検出器9aが設けられている。係る漏洩磁束検出器9aは、永久磁石5から漏洩する漏洩磁束を検出して、後述するように機能する。

【0040】図4は、前記ベアリングホルダ14の図であって、図4(a)は図4(b)のB方向から見た底面図、図4(b)は図4(a)においてベアリングホルダ14をA方向から見た時の一部断面図、図4(c)は図4(b)のB部拡大図である。又、図4(d)は、後述する、かしめ部44がある時に、かしめ部44をかしめた時のかしめ部44の変形を示す図、図4(e)は、前記かしめ部44が無い時に、ベアリングホルダ14の底部をかしめた時のベアリングホルダ14底部の変形を示す図である。

【0041】ベアリングホルダ14は、図4(a)に示すような円筒形である。円筒の内側には突起部101が設けられ、突起部101によりベアリング12bをスプ

リング 13 の反発力で固定するようになっている。

【0042】図 4 (b) に示すように、上部には回転多面鏡 6 の上部に設けられた 6 個の金具を固定するリング 100 が、下部にはプレート 11 と嵌合するくびれ部分 43 とがベアリングホルダ 14 の外周に一周に亘り設けられている。又、ベアリングホルダ 14 の底部には、かしめ部 44 と、かしめによる変形を防止する変形防止用の円弧状の溝 42 とが一周に亘り設けられている。

【0043】前記ベアリングホルダ 14 は、プレート 11 に設けられた図示していない取り付け穴に挿入されてプレート 11 に立設して以下のように嵌合されている。即ち、プレート 11 に設けられた図示していない取り付け穴に挿入されたベアリングホルダ 14 は、底部に設けられた、かしめ部 44 を図 4 (b) の矢印 B の方向即ち、ベアリングホルダ 14 の円筒方向に圧力を加えてプレート 11 に嵌合する。圧力を加えらたかしめ部 44 は、図 4 (d) に示すように円筒の外側 44 に変形する。

【0044】外側に変形した部分 44 は、プレート 11 と嵌合するくびれ部分 43 と前記変形部分 44 b とがプレート 11 を挟み込み、ベアリングホルダ 14 はプレート 11 に固定される。又、円筒の内側 45 は、変形防止用の円弧状の溝 42 に吸収されて歪がベアリングホルダ 14 の内側 45 に及ばない。前記変形防止用の円弧状の溝 42 が無い場合には、ベアリングホルダ 14 の円筒方向に与えられた圧力によってかしめ部 42 が残り、ベアリングホルダ 14 の内側 45 に歪が生じて図 4 (e) のように変形する。係る歪、変形によってベアリングホルダ 14 の強度が低下すると共に、ベアリングホルダ 14 とプレート 11 との嵌合力も低下する。

【0045】図 5 は、前記永久磁石 5 と固定子磁極 2 との関係を説明する図であって、図 5 (a) は永久磁石 5 と固定子磁極 2 との配置を示し、図 5 (b) は永久磁石 5 の着磁状態を示す図である。

【0046】図 5 (a) において、永久磁石 5 の極数は 12 極 (N 極、S 極の対数では 6 対)、固定子磁極 2 の極数は 9 極として図示しているが、永久磁石 5 と固定子磁極 2 との間に後述する関係を満足すればこれ以外であっても良い。

【0047】固定子磁極 2 は、磁極歯 2aU、2aV、2aW と、磁極柱 2bU、2bV、2bW とからなり、磁極柱 2bU、2bV、2bW には図示していない固定子巻線が後述するように巻回されている。また、磁極歯 2aU、2aV、2aW の永久磁石 5 と対向する面は、固定子磁極 2 の表面と永久磁石 5 との間隔が一周に亘って均一な寸法のエアギャップが設けられている。

【0048】回転子の永久磁石 5 の着磁状態は、図 5 (b) に示すように、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状になるように着磁されている。即ち、永久磁石 5 の回転によって、S 極から N 極に変化す

ると図 5 (b) のように略正弦波形状に変化する。

【0049】図 6 は、本発明におけるステッピングモータ装置の実施例のブロック図である。ステッピングモータ 60 の固定子巻線端子 U、V、W は、三相のドライバ回路 21 b の出力端子 UO、VO、WO とに各々接続されている。三相のドライバ回路 21 b の入力 UIN、VIN、WIN には、駆動回路 21 a の出力端子 C1、C2、C3 が、駆動回路 21 a の入力端子 S1、S2、S3 にはステッピングモータ 60 の回転制御を行う駆動手段である MPU (マイクロコンピュータ) 62 の出力端子 CU、CV、CW とが各々接続されている。又、MPU 62 の入力端子 CH、CQ には、ホール素子からなる前記漏洩磁束検出器 9a、9b の出力が信号線 63、64 を介して各々接続されている。なお、前記ドライバ回路 21 b、駆動回路 21 a、MPU 62、漏洩磁束検出器 9 の電源回路は省略してある。又、MPU (マイクロコンピュータ) 62 には図示していない所定のプログラムが格納されていて、後述するようなステッピングモータ装置の処理を実行するものとする。

【0050】駆動回路 21 a は、所定のパルス信号によって固定子巻線を励磁する各相の切り替えを行い、MPU 62 の出力端子 CU、CV、CW から駆動回路 21 a によって周知のステッピングモータの駆動方法である三相 1—2 励磁方式の信号を発生するための信号が出力されている。また、ステッピングモータ 60 の固定子巻線 3U、3V、3W とは図 6 においてはスター結線となっているが、これ以外にデルタ結線など、他の接続方法であっても良い。

【0051】前記固定子巻線 3U、3V、3W とは、図 5 に示した磁極柱 2bU、2bV、2bW に以下のように各々巻回されている。即ち、固定子巻線 3U は磁極柱 2bU に、固定子巻線 3V は磁極柱 2bV に、固定子巻線 3W は磁極柱 2bW に同一巻数で、三相 1—2 励磁の電流によって、同一方向の磁束、例えば、各固定子巻線に流入する電流によって磁極歯 2aU、2aV、2aW と永久磁石 5 が対向する面に所定の磁極例えば N 極を発生するように、一様に巻回されている。

【0052】図 7 は、前記ステッピングモータ 60 を三相 1—2 励磁方式により駆動した場合の駆動信号と電流との関係を説明する図であって、図 7 (a) は各ステップにおける励磁信号の関係を示す図、図 7 (b) は各ステップにおける駆動信号信号、図 7 (c) は各ステップにおいて固定子巻線 3U、3V、3W に流れる電流 IU、IV、IW 電流の変化を各々示す図である。ここで、電流 IU、IV、IW は、固定子巻線 3U、3V、3W の端子 U、V、W から流れこむ電流を正、流れ出る電流を負とし、図 7 (c) において端子から流入する電流を 1 単位電流として表示してある。

【0053】三相 1—2 励磁方式で駆動する場合には 6 ステップで半サイクルが完了し、図 7 (a) のようにな

る。図7(a)に示したように、三相1—2励磁方式によりステッピングモータ60を駆動する場合、ステッピングモータ60の各固定子巻線3U、3V、3Wには、ドライバ回路21bから各ステップにおいて1又は2相の駆動信号が交互に出力される。即ち、図7(b)に示すように、ステップ1においてはドライバ回路21bの出力端子UOのみに駆動信号が出力され、ステップ2においてはドライバ回路21bの出力端子VO、VOに駆動信号が出力され、ステップ3においてはドライバ回路21bの出力端子VOのみに駆動信号が出力される。

【0054】図7(a)に示したタイミングで図7(b)に示すような駆動信号を各固定子巻線3U、3V、3Wに印加した時、各巻線に流れる電流1U、1V、1Wは図7(c)のようになる。即ち、各巻線のインピーダンスを等しく2Zとすると、各端子にどのような駆動信号が印加されているときであっても各端子間の合成インピーダンスは3Zとなる。

【0055】例えば、ステップ1において、固定子巻線3Uのみに駆動信号が印加され、他の巻線端子が接地されている場合には、端子Uからインピーダンス2Zの巻線に電流1Uが流れ、インピーダンス2Zの固定子巻線3Vと3Wに各々1/2ずつ分流する。そして、ステップ2において、固定子巻線3U、3Vとに駆動信号が印加されると固定子巻線3Uから1/2、固定子巻線3Vから1/2の電流が流入し、固定子巻線3Wに合流して1Wとなり、端子Wから流出する。以下同様にして各ステップにおける各巻線の電流は、図7(c)のようになる。図7(c)から明らかなように、各巻線に流れる電流は各相毎の矩形波の電流とはならず、階段状の電流となり、略正弦波形状に着磁された永久磁石型回転子の磁束分布と相互に作用し回転子は、滑らかに駆動される。

【0056】図8は、図7に示した三相1—2励磁方式の駆動信号で固定子巻線を励磁した時に、回転子がどのようにして回転するかを説明する図であって、図8(a)から図8(f)の各図は、図7における各ステップに対応している。なお、図8においては回転子の磁極は説明の簡略化のためにN極とS極のみの2極とし、図示していない。

【0057】図8(a)において、ステップ1において、固定子巻線3Uのみに駆動信号が印加されると、端子Uから電流1Uが流れ、係る電流によって磁極Nが固定子巻線3Vと3Wとの間の方向となるように発生する。そしてS極は、固定子巻線3Uの方向となるように発生する。同様にして固定子巻線3Wから流出する電流1Wにより、固定子巻線3Uと3Vとの間の方向となるように磁極Sが発生する。同様にして固定子巻線3Vから流出する電流1Vにより磁極Nが発生し、固定子巻線3Uと3Wとの間の方向となるように磁極Sが発生する。係る各巻線によって作られるS極、N極の合成磁界は、各々図示するようにST、NTとなる。

【0058】同様にして、ステップ2において、固定子巻線3U、3Vとに駆動信号が印加されると固定子巻線3Uから1/2、固定子巻線3Vから1/2の電流が流入し、固定子巻線3Wに合流して1Wとなり、端子Wから流出する。係る電流によって、前記のようにS極、N極の合成磁界は、各々図8(b)に図示するように60度回転してST、NTとなる。以下同様にして合成磁界ST、NTは、右に60度ずつ回転し、6ステップで1回転し、回転子の磁極は、前記固定子巻線による回転磁界に引かれて6ステップで1回転する。但し図8(c)から図8(f)については、合成磁界NTは図示していない。

【0059】図9は、前記した固定子巻線を励磁した時の回転磁界と、回転子との関係を本発明の実施例について図示したものであって、図9①から⑥は、前記した図7(a)の各ステップに対応している。図9において、固定子90の磁極U、V、Wの数は各々3極ずつ、合計9極、回転子91の磁極数は12極である。そして、図示していない各巻線に図7(a)に示したタイミングで図9①から⑥の如く駆動信号を印加する。係る場合には1ステップ当りの回転角は図8に比べて1/12となり、回転子91は、3ステップで1磁極分回転子、36ステップで滑らかに1回転する。

【0060】(極数の決定) 固定子磁極の極数Fとした時に、永久磁石型回転子の極数Mは以下のようにして決定する。即ち、ステッピングモータを三相駆動する場合には、固定子磁極の極数Fは3の倍数となる。回転子には、S及びNの2極を有する極数極の回転磁石が設けられるので、回転子は極対数M/2の2の倍数となる。従って、固定子磁極の極数Fが3の倍数であって、永久磁石型回転子の極対数M/2の2の倍数となる固定子磁極の極数Fとを組み合わせは各種存在する。本発明では、正弦波着磁した永久磁石型回転子の回転が滑らかなになるように、永久磁石型回転子の極数Mと固定子磁極の極数Fとの関係を、 $M=4F/3$ を満足するように決定する。

【0061】本発明のステッピングモータ装置の動作について以下図6を用いて説明する。駆動回路21aは、周知のステッピングモータの駆動方法である三相1—2励磁方式の信号を発生し、出力端子C1、C2、C3から図7(a)に図示したような一連の三相信号を連続して出力する。係る駆動信号は、ドライバ回路21bの入力UIN、VIN、WIN端子に印加される。駆動回路21aとドライバ回路21bは、周知の市販されている半導体集積回路などにより実現でき、入力に印加された駆動信号は三相の電流1U、1V、1Wに変換される。MPU62は、前記駆動回路21aが動作するための信号を周知の方法で発生する。

【0062】前記三相の電流1U、1V、1Wは、ステッピングモータ60の端子U、V、Wから固定子巻線3

U、3V、3Wに流入し、ステッピングモータ60は所定の速度で回転される。

【0063】前記のように動作する本発明のステッピングモータ装置の駆動方法について以下に説明する。ロータヨーク4の一部に設けられた切り欠き部8に対向する位置に設けられた漏洩磁束検出器9aは、ロータヨーク4に設けられた永久磁石5から漏洩する磁束を検出する。ステッピングモータ60が回転すると、前記漏洩磁束検出器9aの出力が接続されているMPU62の入力端子CHにはロータヨーク4の回転に同期して検出信号が得られる。係る検出信号は、永久磁石5のN極とS極が交互に発生する漏洩磁束により正負に変化する。従ってMPU62は、入力端子CHの信号を検出して、検出信号が所定の速度で正負に変化していれば正常に回転していると知ることができる。

【0064】何らかの異常、例えば急激な負荷の増加などによりステッピングモータ60が回転を停止すると、前記漏洩磁束検出器9aの出力は正負に変化せず、一定値又は、変化速度が低下する。MPU62は、漏洩磁束検出器9aの出力変化速度と前記ステッピングモータを駆動する駆動回路21aに出力する信号とを比較して、一定値以上の差がある場合には前記駆動信号の供給を停止する。そして所定時間後に再度前記駆動信号を供給する。MPU62は、係る駆動信号の供給を予め定められた回数繰り返し、ステッピングモータ60が正常回転を行わない場合には、図示していないランプや、ステッピングモータ60が装着されているシステムに対して異常を報知する。

【0065】漏洩磁束検出器9bは、ロータヨーク4の下部から出る磁束を検出する。ロータヨーク4は、前記したように回転多面鏡6との位置関係が定まっている。従って、係るロータヨーク4の磁束変化を検知することで回転多面鏡6の相対的な位置を知ることができる。MPU62は、漏洩磁束検出器9bの出力を信号線64を介して入力し、回転多面鏡6の位置を知り、図示していない、先行する自動車の車間距離、方向、相対速度を計測するための装置に出力する。

【0066】漏洩磁束検出器9aの出力が変化する回転多面鏡6の位置は固定されているので、漏洩磁束検出器9bの出力と併せて処理することで回転多面鏡6の絶対的な位置を知ることができる。

【0067】

【発明の効果】請求項1記載のステッピングモータによれば、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線て巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数をFとした時に、永久磁石型回転子の極数Mは、 $M=4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記

固定子が回転可能に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極面表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であることにより、滑らかに回転するステッピングモータを実現することができた。又、従来のステッピングモータにおいては、着磁後の磁束分布を矩形に近くするために、前記着磁された磁性体の上、更に鉄などの磁性体を設けて磁束が一様になるようにしてある。しかし、本発明においては、前記の磁束を一様にするための鉄などの磁性体を設けず、円周方向に沿って略正弦波形状に着磁された磁束とすることで永久磁石型回転子の構造を簡単にすることができた。

【0068】請求項2記載のステッピングモータによれば、回転子は、固定子の外側に固定子磁極面表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置されると共に、筐体の所定箇所に回転軸を固定する円筒状のベアリングホルダーを介して対向して設けられた1対の軸受によって回転自在に設けられた回転軸に固定され、前記回転軸を固定する円筒状のベアリングホルダーは、前記ステッピングモータを取り付けるベースに於て立設して設けられていることにより、簡単な構造でステッピングモータをベースに取り付けることができた。

【0069】請求項3記載のステッピングモータによれば、ベアリングホルダーは、かしめによる変形を防止する円筒状の変形防止溝を具備することにより、ステッピングモータをベースに取付た後のモータがベースから取れてしまうような取付不良を防止できた。

【0070】請求項4記載のステッピングモータによれば、ベアリングホルダーの円筒状の変形防止溝は、前記ステッピングモータを取り付けるベースと接する側の端の円周に沿って設けられていることにより、ステッピングモータをベースに取付た後のモータの各方向からの外力によりモータがベースから取れてしまうような取付不良を防止できた。

【0071】請求項5記載のステッピングモータによれば、永久磁石回転子は、回転軸に固定して設けられたロータヨークに固定子磁極と対向して設けられ、前記ロータヨークには回転子の磁気を漏洩させるための切り欠き部を設け、前記切り欠き部に対向する位置に、回転子から漏洩する漏洩磁束を検出する、漏洩磁束検出器を設けたことにより、急峻な負荷変動によるステッピングモータの停止を検知できるようになった。

【0072】請求項6記載のステッピングモータによれば、回転軸に固定して設けられたロータヨークに固定子磁極と対向して円筒状に設けられた円筒状の永久磁石の円筒端面に、磁束変化を検出する漏洩磁束検出器を設けたことにより、永久磁石の磁極位置を検知できるようになった。

【0073】請求項7記載のステッピングモータによれば、ステッピングモータを取り付けるベースに立設して設けられた円筒状のベアリングホルダーを介して回転可動に設けられた回転軸に固定され、該回転軸と共に回転自在に回転する回転多面鏡を、前記ステッピングモータの永久磁石回転子の磁極と前記回転多面鏡の各鏡面とを対応させて前記ロータリーヨークの外周に設けたことにより、先行する自動車の間隔距離、方向、相対速度を計測する装置を安価に実現できた。

【0074】請求項8記載のステッピングモータ装置によれば、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子と、前記回転軸に固定され、永久磁石回転子の磁極と各鏡面とを対応させて配置した回転軸と共に回転自在に回転する回転多面鏡を前記ロータリーヨークの外周に設け、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数をFとした時に、永久磁石型回転子の極数Mは、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可動に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの前記永久磁石型回転子の円筒の端面に設けられた磁極変化を検出する漏洩磁束検出器と、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加してステッピングモータの回転制御を行う駆動手段と、前記漏洩磁束検出器からの信号によって前記回転多面鏡の位置を検出する手段とを具備することにより、先行する自動車の車間距離、方向、相対速度を計測する装置を安価に実現できた。

【0075】請求項9記載のステッピングモータ装置によれば、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数をFとした時に、永久磁石型回転子の極数Mは、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可動に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータリーヨークに設けられた切

り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によってステッピングモータの回転制御を行う駆動手段と、前記回転制御の処理を所定回数繰り返して、正常な回転に達しない場合に警報を報知する手段とを具備することにより、急峻な負荷変動によるステッピングモータの停止を検知できモータの損傷を防止できるようになった。

【0076】請求項10記載のステッピングモータの駆動方法によれば、回転軸に固定された複数の極を有する永久磁石型回転子と、複数の磁極に励磁巻線をスター又はデルタ結線で巻回された固定子磁極面を有する固定子磁極とを有する固定子を具備し、前記永久磁石型回転子は、円周方向に交互に異なる方向に着磁を施し、固定子磁極の極数をFとした時に、永久磁石型回転子の極数Mは、 $M = 4F/3$ を満足し、前記永久磁石型回転子は、内部に前記固定子が回転可動に配置される円筒状形状であって、前記固定子の固定子磁極表面との間に一周に亘って均一な寸法のエアギャップを介して対向して配置され、その表面磁束分布は、円周方向に沿って略正弦波形状であるステッピングモータと、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加すると共に、前記ロータリーヨークに設けられた切り欠き部から漏洩する磁束を検出する漏洩磁束検出器からの信号によって、ステッピングモータの回転制御を行う駆動手段とを具備し、前記ステッピングモータの複数の磁極に巻回されたスター又はデルタ結線による3個の励磁用給電端子に三相1-2励磁方式の駆動信号を印加して前記ステッピングモータを駆動し、前記漏洩磁束検出器からの信号を検知すると共に、該漏洩磁束検出器9の信号変化速度と前記ステッピングモータの駆動信号とを比較し、該比較結果に一定値以上の差がある場合には前記駆動信号の供給を停止し、所定時間後に再度前記駆動信号を供給し、前記駆動信号の停止、供給の処理を所定回数繰り返して、正常な回転に達しない場合に警報を報知することにより、自動車の車間距離、方向、相対速度を計測するため装置の信頼性を高めることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるステッピングモータの実施例の側断面図である。

【図2】本発明のステッピングモータにおける図1の実施例における、上部から見たときの図であって、図2(a)は上面図、図2(b)は、図2(a)のB部の拡大図である。

【図3】本発明におけるステッピングモータのロータリーヨーク4を説明する図であって、図3(a)はPR方向の断面図、図3(b)は上面図、図3(c)はR方向から見た切り欠き部8のある面から見た図である。

【図4】ベアリングホルダーの図であって、図4(a)は

図4 (b) のB方向から見た底面図、図4 (b) は図4 (a) においてA方向から見た時の一部断面図、図4 (c) は図4 (b) のB部拡大図、図4 (d) はかしめ部がある時のかしめ部の変形を示す図、図4 (e) はかしめ部が無い時のかしめ部の変形を示す図である。

【図5】永久磁石と固定子磁極との関係を説明する図であって、図5 (a) は永久磁石と固定子磁極との配置を示し、図5 (b) は永久磁石の着磁状態を示す図である。

【図6】本発明におけるステッピングモータ装置の実施例のブロック図である。

【図7】ステッピングモータを三相1—2励磁方式により駆動した場合の駆動信号と電流との関係を説明する図であって、図7 (a) は各ステップにおける励磁信号の関係を示す図、図7 (b) は各ステップにおける駆動電流信号、図7 (c) は各ステップにおいて固定子巻線に流れる電流の変化図である。

【図8】図7に示した駆動信号で励磁した時に、回転子がどのようにして回転するかを説明する図であって、図

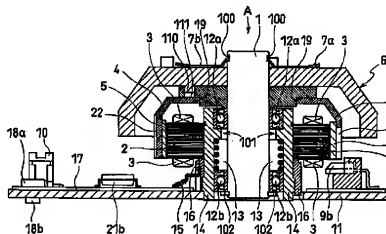
8 (a) から図8 (f) の各図は、図7における各ステップに対応している図である。

【図9】本発明におけるステッピングモータの固定子巻線を励磁した時の回転磁界と、回転子との関係を図示したものであって、図9 (a) から (f) は、前記した図7 (a) の各ステップに対応している図である。

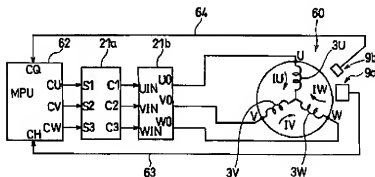
【符号の説明】

- 1 回転軸
- 2 固定子磁極
- 3 固定子巻線
- 4 ローターヨーク
- 5 永久磁石
- 9 漏洩磁束検出器
- 14 ベアリングホルダ
- 21 a 駆動回路
- 21 b ドライバ回路
- 60 ステッピングモータ
- 62 マイクロコンピュータ
- 3 U、3 V、3 W 固定子巻線

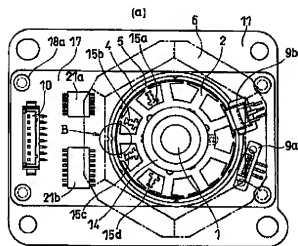
【図1】



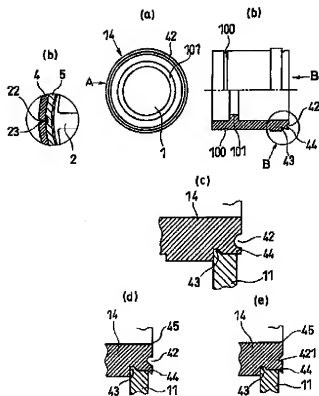
【図6】



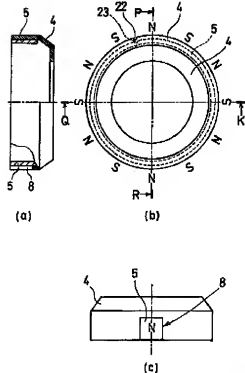
【図2】



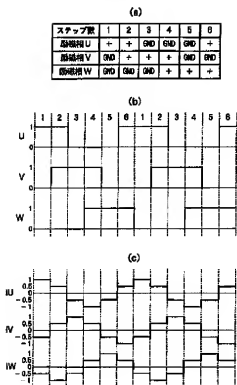
【図4】



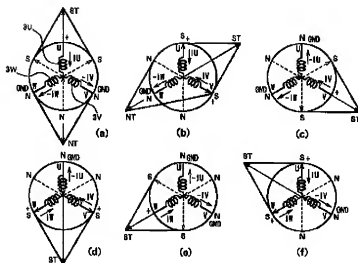
【図3】



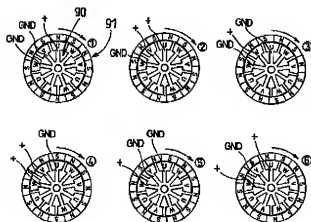
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H580 AA05 AA06 AA07 BB06 CA02
 CA12 CB04 FA14 FC01 HH09
 HH39 JJ09
 5H605 BB05 BB14 BB19 CC03 CC04
 CC10 DD03 EA02 EA16 EA19
 EB10 EB37 EB38 GG03 GG04